

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-090177

(43)Date of publication of application : 04.04.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/42  
H01L 31/0232  
H01L 33/00  
H01S 3/18

(21)Application number : 07-249248

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.09.1995

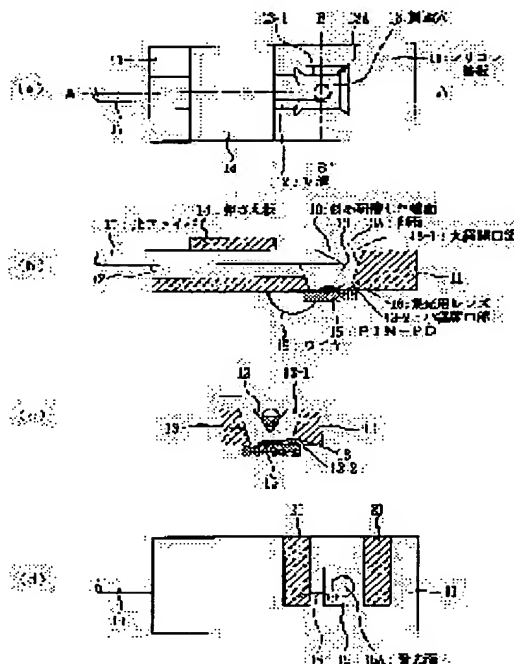
(72)Inventor : MINEO NAOYUKI  
FURUKAWA RYOZO

## (54) OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to attain optical coupling to an optical fiber with simple constitution and to provide a compact module.

SOLUTION: This optical semiconductor device has a through-hole 13 which has a large-diameter aperture 13-1 and small-diameter aperture 13-2 of a square shape formed by anisotropic etching and flanks 13A having a specified angle determined by the crystal bearings formed between these apertures, a silicon substrate 11 which is formed with a V-groove 12 communicating this through-hole 13 and a rear surface incident type PIN-PD 15 which is integrally formed with a condenser lens 16 fixed to the small-diameter aperture 13-2 of the through-hole 13. The optical fiber 17 having a diagonally polished end face 18 is laid in this V-groove 12. This optical fiber 17 is fixed to the V-groove 12 in such a manner that this diagonally polished end face 18 is disposed opposite to the condenser lens 16.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-90177

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

H 0 1 L 31/0232

H 0 1 L 33/00

H

33/00

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 31/02

D

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平7-249248

(22) 出願日

平成7年(1995)9月27日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 峯尾 尚之

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72) 発明者 古川 量三

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

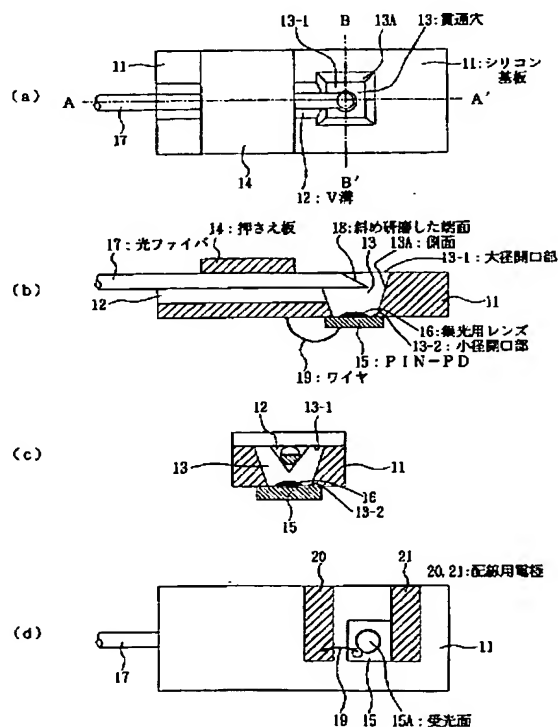
(74) 代理人 弁理士 清水 守 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 光ファイバとの光結合を簡単な構成で達成できるとともに、コンパクトなモジュール化を図る。

【解決手段】 光半導体装置において、異方性エッチングにより正方形の大径開口部13-1と小径開口部13-2とこれらの開口部間に形成される結晶方位により定まる一定の角度を持つ側面13Aを有する貫通穴13と、この貫通穴13に連通するV溝12が形成されるシリコン基板11と、貫通穴13の小径開口部13-2に固定される集光用レンズ16を一体形成した裏面入射型PIN-PD15と、斜め研磨した端面18を有する光ファイバ17をV溝12に敷設し、斜め研磨した端面18を集光用レンズ16に対向させるように、光ファイバ17をV溝12に固定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 異方性エッチングにより正方形の大径開口部と小径開口部とこれらの開口部間に形成される結晶方位により定まる一定の角度を持つ側面を有する貫通穴と該貫通穴に連通する V 溝が形成されるシリコン基板と、 (b) 前記貫通穴の小径開口部に固定される集光用レンズを一体形成した裏面入射型 PIN-PD と、

(c) 斜め研磨した端面を有する光ファイバを前記 V 溝に敷設し、前記斜め研磨した端面を前記集光用レンズに対向させるように、前記光ファイバを前記 V 溝に固定する

10

ようにしたことを特徴とする光半導体装置。  
【請求項 2】 (a) 異方性エッチングにより正方形の大径開口部と小径開口部とこれらの開口部間に形成される結晶方位により定まる一定の角度を持つ側面を有する貫通穴と該貫通穴に連通する V 溝が形成されるシリコン基板と、 (b) 前記貫通穴の小径開口部に固定されるレンズを一体形成した発光装置と、 (c) 斜め研磨した端面を有する光ファイバを前記 V 溝に敷設し、前記斜め研磨した端面を前記レンズに対向させるように、前記光ファイバを前記 V 溝に固定する

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザあるいはホトダイオードモジュール等の光半導体装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の光半導体装置には、特開平 6-67069 号公報に開示されたものがあつた。図 3 はかかる従来の光半導体装置の構成図であり、図 3 (a) はその光半導体装置の上面図、図 3 (b) は図 3 (a) の A-A 線断面図、図 3 (c) はその光半導体装置の下面図である。

30

【0003】 これらの図に示すように、この光半導体装置は、球レンズ 3 と PIN-PD 4 で構成されている。シリコン基板 1 には、開口部とシリコン基板 1 の結晶方位により定まる一定の角度を持つ側面 2A を有する貫通穴 2 が形成されている。球レンズ 3 はその貫通穴 2 の側面に接して固定されている。シリコン基板 1 の裏面には、PIN-PD 4 の受光面が、貫通穴 2 の開口部に面するよう

40

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の光半導体装置の構造では、集光手段として球レンズを使用し、この球レンズをシリコン基板の貫通穴に固定する構造であるので、この装置をモジュール化し、光ファイバと光結合する場合、光ファイバを別の手段を用いて、この装置に固定しなければならないという問題点があつた。

50

【0005】 本発明は、上記問題点を除去し、光ファイバとの光結合を簡単な構成で達成できるとともに、コンパクトなモジュール化を図ることができる光半導体装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記目的を達成するために、

(A) 光半導体装置において、異方性エッチングにより正方形の大径開口部 (13-1) と小径開口部 (13-2) とこれらの開口部間に形成される結晶方位により定まる一定の角度を持つ側面 (13A) を有する貫通穴 (13) と、この貫通穴 (13) に連通する V 溝 (12) が形成されるシリコン基板 (11) と、前記貫通穴 (13) の小径開口部 (13-2) に固定される集光用レンズ (16) を一体形成した裏面入射型 PIN-PD (15) と、斜め研磨した端面 (18) を有する光ファイバ (17) を前記 V 溝 (12) に敷設し、前記斜め研磨した端面 (18) を前記集光用レンズ (16) に対向させるように、前記光ファイバ (17) を前記 V 溝 (12) に固定するようにしたものである。

## 【0007】 したがって、

(1) 光ファイバ (17) が V 溝 (12) に固定され、貫通穴 (13) を通して PIN-PD (15) に光を入射させるので、光ファイバ (17) の位置調整が容易で、固定後の位置ずれが生じることなく、高い信頼性が得られる。

(2) 斜め研磨した端面 (18) を有する光ファイバ (17) を使用し、光軸を曲げ、そしてシリコン基板 (11) 上にすべての部品を固定しているため、薄型化が可能である。

【0008】 (3) ホトリソグラフィ技術を用いてシリコン基板 (11) に V 溝 (12) 及び貫通穴 (13) を形成することができるので、量産性に優れている。

(4) 集光用レンズ (16) を一体形成した裏面入射型の PIN-PD (15) を使用しているため、個別のレンズが不要で良好な光結合が得られる。

(B) 光半導体装置において、異方性エッチングにより正方形の大径開口部 (13-1) と、小径開口部 (13-2) と、これらの開口部間に形成される結晶方位により定まる一定の角度を持つ側面 (13A) を有する貫通穴 (13) と、この貫通穴 (13) に連通する V 溝 (12) が形成されるシリコン基板 (11) と、前記貫通穴 (13) の小径開口部 (13-2) に固定されるレンズ (32) を一体形成した発光装置 (31) と、斜め研磨した端面 (18) を有する光ファイバ (17) を前記 V 溝 (12) に敷設し、前記斜め研磨した端面 (18) を前記レンズ (32) に対向させるように、前記光ファイバ (17) を前記 V 溝 (12) に固定するようにしたものである。

【0009】 したがって、上記 (A) 記載の (1) ~

(3) の効果に加えて、レンズ (32) を一体形成した発光装置 (32) からの照射光を光ファイバ (17) に入射することができ、その場合、個別のレンズが不要で良好な光結合が得られる。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明における発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の第1実施例を示す光半導体装置の構成図であり、図1(a)はその光半導体装置の上面図、図1(b)は図1(a)のA-A'線断面図、図1(c)は図1

(a)のB-B'線断面図、図1(d)はその光半導体装置の下面図である。

【0011】これらの図に示すように、この光半導体装置は、V溝12と貫通穴13を備えたシリコン基板11と、斜め研磨した端面18を有する光ファイバ17と、集光用レンズ16を一体形成したPIN-PD15から構成されている。V溝12は、シリコン基板11上に異方性エッチングにより形成する。その形状は、角度についてはシリコン基板11の結晶方位により決定されるので、その深さを使用する光ファイバ17の直径、斜め研磨した端面18の角度、シリコン基板11の厚み及び集光用レンズ16の焦点距離を考慮して、光ファイバ17がV溝12の側壁に接して固定される時に、光軸が所望の位置に配置されるように決定する。

【0012】貫通穴13も同様にシリコン基板11上に異方性エッチングにより形成する。この貫通穴13は、上面に正方形の大径開口部13-1と、下面に小径開口部13-2と、これらの開口部間に形成される側面13Aを有する。その貫通穴13の中心がV溝12の谷部と一致するようにし、その貫通穴13の小径開口部13-2(シリコン基板裏側)の大きさは、使用するPIN-PD15の大きさよりも小さく、且つ集光用レンズ16よりも大きくなるように形成する。

【0013】また、その貫通穴13の大径開口部13-1は、光ファイバ17の直径よりも大きくする。シリコン基板11の裏面には配線用電極20、21が形成されている。光ファイバ17の斜め研磨した端面18で反射された光線がPIN-PD15側に向かうようにする。その研磨角度は、所望の光学系により決定する。また、斜め研磨端面18には、反射を生じさせるために金などの光反射率の膜を形成する。PIN-PD15は、集光用レンズ16を受光面15Aの逆側に一体形成した裏面入射型のPDである。

【0014】この光半導体装置の組立は、以下のように行う。まず、V溝12と貫通穴13を備えたシリコン基板11の裏面の小径開口部13-2に、PIN-PD15の集光用レンズ16が基板11側になるように半田やロウ材を使用して固定し、ワイヤ19を配線する。光ファイバ17の斜め研磨した端面18が、貫通穴13の大径開口部13-1側となるように、且つ光ファイバ17

から集光用レンズ16に向くように回転調整し、V溝12に置き、光ファイバ17の他端から光を入射する。光ファイバ17をV溝12の方向のみで移動し、PIN-PD15の出力電流が最大になる位置を決定する。その位置で接着剤や半田をV溝12に流し込み、光ファイバ17を押さえ板14と共にシリコン基板11と固定する。

【0015】上述した組立法では、PIN-PD15に光を入射させ、その電流を測定し、最適位置を決定したが、上方より顕微鏡等で観察しながら光ファイバ17をV溝12の方向のみで移動し、幾何学に所定位置に配置されるように調整する方法を用いてもよい。この実施例によれば、V溝12と、貫通穴13を備えたシリコン基板11と、斜め研磨した端面18を有する光ファイバ17と、集光用レンズ16を一体形成したPIN-PD15から構成されているので、以下のような効果を得ることができる。

【0016】(1) 光ファイバ17がV溝12に固定され、貫通穴13を通してPIN-PD15に光を入射させるので、光ファイバ17の位置調整が容易で、固定後の位置ずれが生じることはなく、高い信頼性が得られる。

(2) 斜め研磨した端面18を有する光ファイバ17を使用し、光軸を曲げ、そしてシリコン基板11上にすべての部品を固定しているので、薄型化が可能である。

【0017】(3) 集光用レンズ16を一体形成した裏面入射型のPIN-PD15を使用しているため、個別のレンズが不要で良好な光結合が得られる。また、薄型化が可能である。

(4) ホトリソグラフィ技術を用いて、シリコン基板11にV溝12及び貫通穴13を形成できるので、量産性に優れている。

【0018】次に、本発明の第2実施例について説明する。図2は本発明の第2実施例を示す光半導体装置の要部断面図である。この実施例は、上記した第1実施例の集光用レンズ16を一体形成した裏面入射型のPIN-PD15に代えて、レンズ32を一体形成したLEDや面発光レーザを用いた発光装置31を設けるようにしたものであり、その他の部分は第1実施例と同様であり、その説明は省略する。

【0019】このように構成したので、発光装置31から照射される光は、レンズ32を通して、光ファイバ17の斜め研磨した端面18で反射されて、V溝12に固定された光ファイバ17によって伝搬される。したがって、レンズを一体成型した発光装置からの照射光を光ファイバに入射することができ、その場合、個別のレンズが不要で良好な光結合が得られる。

【0020】更に、本発明は以下のような利用形態を有する。上記第1実施例においては、受光素子として単体のPIN-PDに適用した例について説明したが、単体

のPIN-PDの代わりに、アレイPDを用い、シリコン基板上に多数のV溝と貫通穴を形成し、多数本の光ファイバを一括で固定するアレイPD装置にも適用可能である。

【0021】また、上記第2実施例に示した単体の発光装置の代わりに、アレイ化した発光装置にも適用可能である。なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

#### 【0022】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

〔A〕請求項1記載の発明によれば、

(1) 光ファイバがV溝に固定され、貫通穴を通してPIN-PDに光を入射させるので、光ファイバの位置調整が容易で、固定後の位置ずれが生じることなく、高い信頼性が得られる。

【0023】(2) 斜め研磨した端面を有する光ファイバを使用し、光軸を曲げ、そしてシリコン基板上にすべての部品を固定しているので、薄型化が可能である。

(3) ホトリソグラフィ技術を用いて、シリコン基板上にV溝及び貫通穴を形成することができるので、量産性に優れている。

(4) 集光用レンズを一体形成した裏面入射型のPIN-PDを使用しているので、個別のレンズが不要で良好な光結合が得られる。

【0024】〔B〕請求項2記載の発明によれば、上記\*

\* (A) 記載の(1)～(3)の効果に加えて、レンズを一体形成した発光装置からの照射光を光ファイバに入射することができ、その場合、個別のレンズが不要で良好な光結合が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す光半導体装置の構成図である。

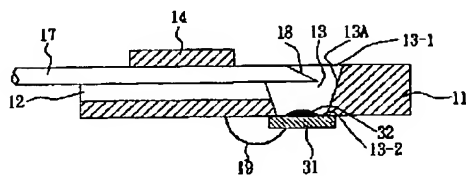
【図2】本発明の第2実施例を示す光半導体装置の要部断面図である。

10 【図3】従来の光半導体装置の構成図である。

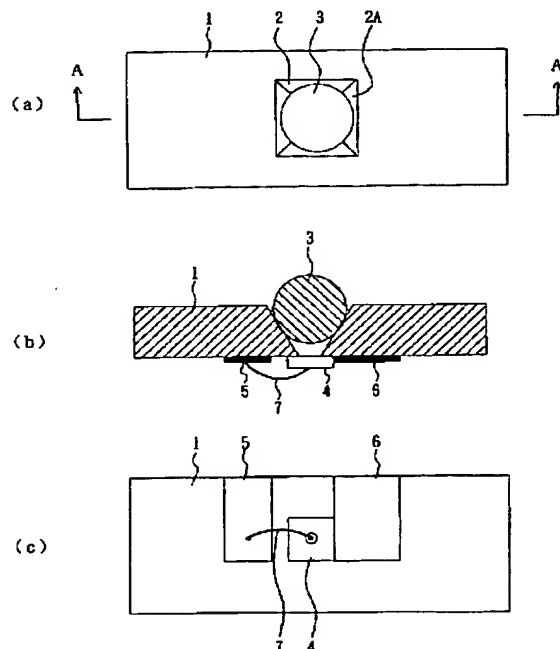
#### 【符号の説明】

- 11 シリコン基板
- 12 V溝
- 13 貫通穴
- 13-1 大径開口部
- 13-2 小径開口部
- 13A 側面
- 14 押さえ板
- 15 PIN-PD
- 15A 受光面
- 16 集光用レンズ
- 17 光ファイバ
- 18 斜め研磨した端面
- 19 ワイヤ
- 20, 21 配線用電極
- 31 発光装置
- 32 レンズ

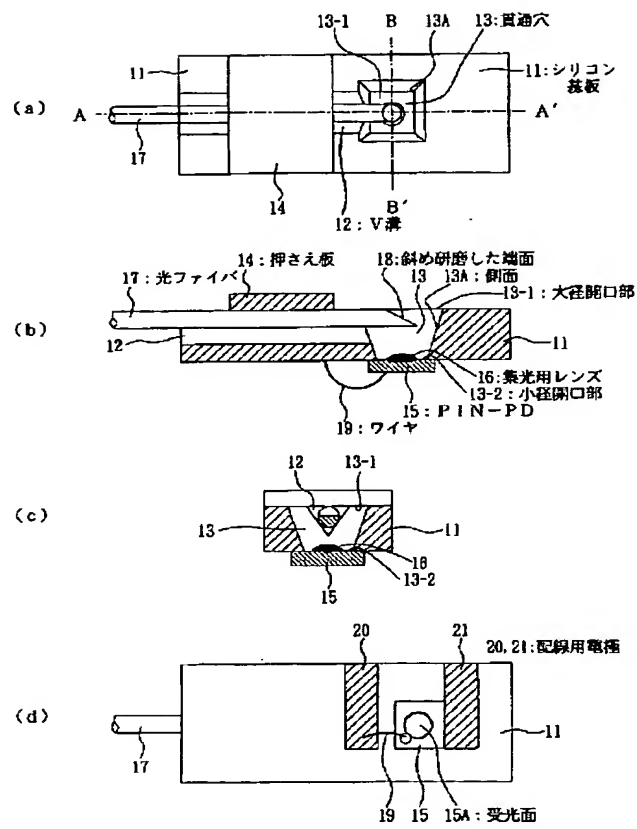
【図2】



【図3】



【図1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**